

汽車实用物理

张应瑩 編

人民交通出版社

目 录

前 言

第一篇 物質的性質..... 8

第一章 物質和力..... 8

1. 物質的狀態..... 8

2. 量度單位..... 10

3. 質量、密度和比重..... 14

4. 重量和重力..... 17

5. 万有引力..... 18

6. 分子運動..... 19

7. 分子力..... 21

8. 表面張力..... 22

9. 毛細管現象..... 23

第二章 固體的性質..... 26

1. 固體的基本性質..... 26

2. 彈性..... 27

3. 虎克定律..... 28

4. 極限強度..... 30

5. 金屬材料的彈性..... 31

6. 壓力..... 34

第三章 液體的性質..... 37

1. 水平面..... 37

2. 連通器..... 38

3. 液體的壓力..... 40

4. 壓力的傳遞..... 42

5. 阿基米德原理..... 44

6. 比重的測量..... 46

第四章 氣體的性質..... 48

1. 氣體的壓力和重量..... 48

2. 大氣壓力..... 50

3. 真空	51
4. 气压計	52
5. 气体的压力与体积的关系	54
6. 虹吸作用	56
7. 抽水机与压气机	57
8. 气压制动设备	58
9. 流动时的液体与气体	59
第二篇 力和运动	61
第一章 力的性質	61
1. 力的图示	61
2. 力的合成与分解	62
3. 力矩与平行力	65
4. 力的平衡	68
5. 重心与穩度	69
第二章 运动	73
1. 速率和速度	73
2. 等速运动	74
3. 不等速运动	74
4. 运动定律	78
5. 动量	81
第三章 落体与轉动	83
1. 落体运动	83
2. 圓周运动	85
3. 向心力与离心力	87
4. 轉动	89
第四章 摩擦与阻力	92
1. 摩擦	92
2. 摩擦力的大小	93
3. 摩擦的利弊	96
4. 潤滑作用	97
5. 流体的阻力	98
第五章 功和能	102
1. 力所作的功	102
2. 功率	103
3. 能	107

AN54/07

4. 能的轉变.....	109
第六章 簡單机械	111
1. 机械利益.....	111
2. 杠杆.....	112
3. 滑輪与絞車.....	114
4. 齿輪.....	117
5. 斜面与螺旋.....	120
6. 机械效率.....	122
第三篇 热	124
第一章 溫度和热	124
1. 热的形成.....	124
2. 溫度及溫度計.....	124
3. 热容量和比热.....	126
第二章 热的傳播	129
1. 傳导.....	129
2. 对流.....	132
3. 輻射.....	134
第三章 体积变化	135
1. 固体的膨脹.....	135
2. 液体的膨脹.....	138
3. 气体的膨脹.....	139
第四章 状态变化	142
1. 熔解和凝固.....	142
2. 汽化和液化.....	144
第五章 热和功	148
1. 热与功的关系.....	148
2. 燃料的热值.....	149
3. 热机.....	150
4. 蒸汽机.....	151
5. 內燃机.....	152
6. 热机的效率.....	160
第四篇 电与磁	163
第一章 靜电	163
1. 电的产生.....	163

2. 导体与絕緣体	164
3. 起电原理	165
4. 感应起电	167
5. 电容器	168
6. 靜电的定律和单位	169
第二章 动电	172
1. 电流	172
2. 电流强度与电压	173
3. 电阻	174
4. 欧姆定律	176
5. 导体的連結	177
第三章 电流的效应	181
1. 磁及电流的磁效应	181
2. 电流的热效应	185
3. 电流的化学效应	188
第四章 感应电流	191
1. 感应电流的产生	191
2. 互感与自感	193
3. 感应綫圈	194
4. 发电机的原理	196
5. 电动机的原理	199
第五篇 声和光	204
第一章 声音	204
1. 声音的发生	204
2. 声音的傳播与反射	205
3. 发音設備	207
4. 消声設備	208
第二章 光	210
1. 光的傳播	210
2. 光的强度	211
3. 光的反射	212

前 言

开动一辆汽车是很方便的，只要踏动起动机，换进排档，汽车就能动了。但是，如果要问起动机在接通电流后为什么能动的？发动机是怎样动的？推动汽车的力又是怎样作用的？要懂得这些道理，就需要有一定的科学知识。

我们每一个人都生活在自然界里。自然界里除掉我们人类以外，还有许许多多东西，像汽车、机床、电灯、桌椅、书籍、铅笔、太阳、地球、树木等等；这些东西都统称为物体。物体是由物质组成的；例如，组成汽车的钢铁、橡皮、木材，以及组成铅笔的木材、石墨、粘土等等，都是物质。

自然界里的物体，是不停地在变化着的。有些变化，到目前为止我们还无法控制它，譬如太阳的每天升起与降落、下雨或是天晴。这些我们只能去了解它的变化，却不能改变它。而有些变化，却可以由我们人类通过劳动使它按我们的意图而变化；如树木可以凭劳动使它变成桌子或椅子，橡皮可以变成轮胎，钢铁可以造成发动机或机床，向前走的车辆可以叫它改变方向等。

一切物体在自然界中的任何变化被叫做“现象”。电流使灯丝发光，天空的打雷闪电，水的冰冻或沸腾等，都是现象。

我们人类在自然界里生存的目的，是要创造社会主义与共产主义的幸福生活，这就必须要能利用和改造自然，使自然界的一切为人类服务。要能够改造和利用自然，必须先要了解自然，掌握各物体变化的规律；也就是必须仔细的研究和认识它们。这就产生了各种自然科学。自然科学的范围是很广的，所分的门类也很多，其中专门研究没有生命的物体所生的现象的科学，就称“物理学”。

物理学所研究的是：有关各种物体运动的现象，以及关于声音的、热的、电的、和光的现象等各方面。

太阳除二十五天自转一周外，还带动整个太阳系的成员，以每秒二十公里的速度，向着银河系中的人马星座移动（图2）。

在太阳系里，有成千上万的其它星体围绕太阳运转，其中最大的有九颗行星，它们是：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星（图3）。在地球上，

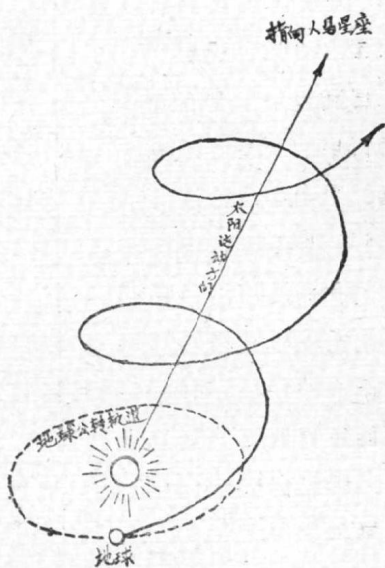


图 2

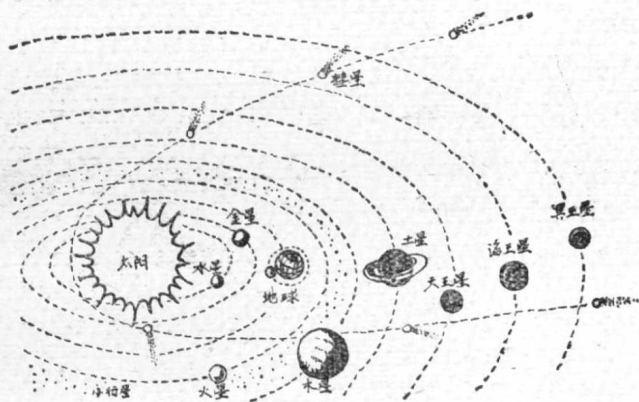


图 3

第一篇 物質的性質

第一章 物質和力

1. 物質的狀態

在自然界中的一切，包括我們人類本身，都是由物質所組成的。由物質所組成的東西，就是物體。我們知道，物體可以是天然生成的，也可以由我們自己根據需要把它製造出來。天生的如太陽、月亮和地上的山、河、樹木，人造的如飛機、輪船、汽車、電車等都是物體。

那末，物體與物質有什麼區別呢？可以說：物體總是由具有一定性質的、比較單純的物質所組成。像汽車的發動機都是由鋼鐵、銅、橡皮、木材等單純的物質所組成。可是，鋼鐵雖然相同，卻可以制成不同的發動機，有大馬力的，也有小馬力的，有多缸的，也有單缸的，有汽油機，也可以有柴油機。又像水這種物質，它在自然界里也可以有許多不同的形狀出現在我們的眼前：天上的雲、湖里的水、結成的冰、落下的雪和雨，有時又變成了霧與霜等等。從這裡我們可以認識到物體與物質的不同了。

各種物體的形狀和大小，可以有各種各樣的，但是也可以找到它們的共同之處，就是它們在空間都要佔據一個地位。由於每一個物體都要佔據一定的空間地位，因此，兩種物體，就不能放在同一個位置。例如：在盛滿水的杯子里，再放進一隻鐵球，水就會溢出杯外。這是因為溢出的水所佔的空間，被鐵球佔了的緣故。這一種特性，就稱為物質的不可入性。但是我們看到棉紗頭吸油或吸水紙吸水的情況，好像油或水鑽入了棉紗及紙中，其實紗頭與紙中有許多空隙，水與油只是鑽到這些空隙中去罷了。

至於物質的種類，那是很多的。把構成汽車的木材、鋼鐵、橡皮、

远的木星、土星、天王星、海王星，称“类木行星”，它们的特征是，体积大、质量大、密度小、自转快、卫星多（总共有二十九颗），表面温度低（冥王星因发现较晚，资料少，暂且不提）。

太阳系里除九大行星以外，还有若干小行星，目前已发现的有一千六百多颗，它们是和地球、火星等一样的天体，只是体积很小。最大的小行星直径不过八百公里，最小的直径只有一公里左右，其全部质量总和还不及地球质量的千分之一。它们绝大部分在火星和木星轨道之间的广阔空间中运动。

彗星也是围绕太阳运转的天体。由于它的外形拖着一条长尾巴，所以通常叫它“扫帚星”。因为我们看到彗星的机会比较少，人们对这种自然现象又不理解，历代封建统治阶级就以彗星的出现，当做不祥之兆，来愚弄群众，巩固其统治地位。其实，彗星也是太阳系中的成员，它和行星一样，按一定的规律运行（图4）。彗星绕太阳运行一周需要几年、几十年，甚至更长的时间，当它运行到离太阳比较近的时候，我们才容易看到它。彗星的形状很特别，可分为彗核、彗发和彗尾三个部分。彗核由比较密集的固体质点组成，其周围的云雾状光辉叫做彗发，彗核和彗发总称为彗头，彗尾是由一些稀薄的气体所组成，形状象扫帚，它是在彗星接近太阳的时候，受到太阳光的的压力才形成的。

除了彗星以外，在太阳系里还有无数的小星体、尘埃、微粒和气体，它们也绕着太阳运转。有时有极小的星体闯入

态和气态，这就称为“物質的三态”。

但是，同一种物質的状态，也不是永久不变的。就拿水來說，在平常的情况下，总是一种液体。可是，等到水燒热了，或是燒干了的时候，就会变成水蒸汽；也就是从液体变成了气体。但是到了冬天，当溫度低到零度以下，水就变成了固体的冰。我們总不会忘記在停車时放掉水箱里的水，就是怕水結成冰的緣故。不論是水、蒸汽或是冰，实际上都是同一种物質；然而在不同的情况下，却可以成为不同的状态。不仅是水，就是鉄、鋁、銅等，加热后也能变成液体。我們常利用这个特性，將它們澆鑄成气缸体、活塞、銅套等零件。

从上面的例子中可以知道，物質的状态是能变化的。固体加热后可以变成液体，液体加热可以变成气体，而气体受冷则反过来又能凝成液体，再冷也变成固体了。一切物質均可在这三态中变化。只有少数物質像碘、樟脑等，在由固体变为气体，气体变为固体时，中間不經液体状态而直接转变；这种現象称为昇华。

但是，有些固体加热时并不是直接变成液体的，例如柏油、松香、玻璃、蜡等，在受热时，会慢慢的軟化起来，然后再变成液体。这个过渡时期的状态，我們称为膠态。平常以膠态存在的物質也很多，像黃油、浆糊、油灰、凡而砂等都是。这类物質，我們也叫它膠体。

这里必須知道，自然界里的物質，只能够改变它的状态或变为另外的物質，并不能将它創造出来或消灭无有。例如水燒煮后干了，这并不是消灭了水，只是水变成了蒸汽，逃入大气中去了。吸入气缸里的汽油燃燒后，也沒有消灭，只是变成了廢气被排出去了。所以据經驗及实验得知，世界上的物質是不能創造也不能消灭的。这就是物質不灭定律。

2. 量度單位

既然一切物体，都占据了一定的空間，就必定有长、闊、高等量度。物体既然是由物質所构成，也一定有輕重的量度。

在我們日常工作中，为了比較物体的大小与輕重，常要做各种量度。不論选择一只螺釘，加添一些汽油，比較行駛的距离，或是制造一台机器，都要进行量度。如果凭眼睛或經驗来估計，不精确的量度，其

結果往往不但不能完成工作，反而浪費了材料和精力。

我們要製造和使用精密的機械，也必須學會量度的方法。

要測定一個量，必須先要有一個標準。例如要問甲乙兩站間的距離，我們可以數一數從甲站走到乙站時所跨的步數。這裡我們是把每一步的距離作為測量的標準。但是不同的人，所跨的步子並不一樣，這樣各人量的雖然是同樣長的一段距離，但結果卻會完全兩樣。就是同一個人跨出的步子也有大小，測量兩次，結果也會不同。因此，在測定一個量的時候，就必須先要有一個統一的標準，這種標準就叫做單位。

我們日常生活中測量用的單位很多，如長度、面積、體積、重量、時間、速度等等。但其中主要的只是長度、重量、和時間三個，其他的單位都是由這三個量化出來的。所以長度、重量和時間稱為三個基本單位。而利用基本單位再化出來的新單位就稱為導出單位。現將各基本單位分別說明於后。

1) 長度單位——測量長度時，各個國家有各自不同的量度單位。為了全世界統一起見，科學界規定了一種世界公用的長度單位，就是把經過法國巴黎的地球子午綫，從赤道到北極的長度的一千萬分之一，作為一個單位長度，定為一公尺，或按其譯音叫“米突”，簡稱“米”。公尺的書寫符號是“ m ”，例如一公尺可寫成“ $1m$ ”。

隨着所量長度的長短不同，也可以把這個單位變成更大的或較小的單位。例如，我們說到行駛里程時，用公尺就太小了，因此將它擴大1000倍，稱為公里或千米，用“ km ”為符號。而要量一只活塞的直徑時，用公尺卻太大了，因此將它縮小成 $\frac{1}{100}$ 或 $\frac{1}{1000}$ ，稱為公分或公厘，也稱厘米或毫米，符號則為“ cm ”及“ mm ”。

公尺這個長度單位，已被各國所通用，現在我國也用它來做長度單位。下面是公制長度的關係：

$$1 \text{ 公里 (千米, } km) = 1000 \text{ 公尺;}$$

$$1 \text{ 公尺 (米, } m) = 10 \text{ 公寸;}$$

$$1 \text{ 公寸 (分米, } dm) = 10 \text{ 公分;}$$

$$1 \text{ 公分 (厘米, } cm) = 10 \text{ 公厘;}$$

1公厘(毫米, mm) = 1000公忽。

公忽是最小的单位, 可用 μ 作符号。

我国日用的长度单位中除掉上述的公制长度单位外, 也用里、丈、尺、寸、分等作长度单位, 称市制。它和公制单位的关系是:

$$1\text{尺(市尺)} = \frac{1}{3}\text{公尺}; \quad 1\text{公尺} = 3\text{尺(市尺)}。$$

市制长度单位间的关系是:

$$1\text{里} = 150\text{丈}; \quad 1\text{丈} = 10\text{尺};$$

$$1\text{尺} = 10\text{寸}; \quad 1\text{寸} = 10\text{分}。$$

目前有些地方还有沿用英制长度单位的, 故也将其关系介绍如下:

$$1\text{哩(英里)} = 8\text{浪}; \quad 1\text{浪} = 40\text{杆};$$

$$1\text{杆} = 5.5\text{碼}; \quad 1\text{碼} = 3\text{呎(英尺)};$$

$$1\text{呎} = 12\text{吋(英寸)}。$$

1时以下的单位是以时的分数来表示的, 如: $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{8}$ 、

$$\frac{1}{16}$$
、 $\frac{1}{32}$ 、 $\frac{1}{64}$ 时等。

在书写时, 呎的符号为「 $'$ 」, 2呎写成「 $2'$ 」; 吋的符号是

「 $''$ 」, 3吋可写成“ $3''$ ”或「 $\frac{3''}{8}$ 」。

英制与公制的关系是:

$$1\text{哩} = 1.609\text{公里}; \quad 1\text{呎} = 0.3048\text{公尺};$$

$$1\text{吋} = 25.4\text{公厘}。(\text{为换算便利起见, 常用 } 1'' = 25\text{mm})$$

2) 面积单位——测量物体表面的面积, 是用每边长1公厘、1公分、1公尺、1公里等的正方形面积作单位的。这些单位的名称就称为平方公厘、平方公分、平方公尺、平方公里等, 也可以写成 mm^2 、 cm^2 、 m^2 及 km^2 。

3) 体积单位——测量物体的体积时, 是用每边长1公厘、1公分、1公尺等的正立方体的体积为单位, 称立方公厘、立方公分、立方公尺等, 也可写成 mm^3 、 cm^3 、和 m^3 。

有一定形状的物体，可以按其长、宽、高的尺寸来计算它的体积。但是遇颗粒状的固体，像砂子，以及不定形的液体，如汽油、机油等物质时，就得利用容器来测量。容器的容量单位称为公升。1公升的容积恰好等于1立方公分，即

$$1 \text{ 公升} = 1 \text{ 立方公分} = 1000 \text{ 立方公分。}$$

1立方公分的容量按其译音，又称作“西西”写成“c.c.”。我们在日常量汽油或其他液体时的容器，有玻璃制的量筒或量杯，也有用铁皮制的公升壶，如图1所示。在量筒和量杯的壁上都有刻度，标出容量的立方公分数。公升壶的容量是每壶一公升。

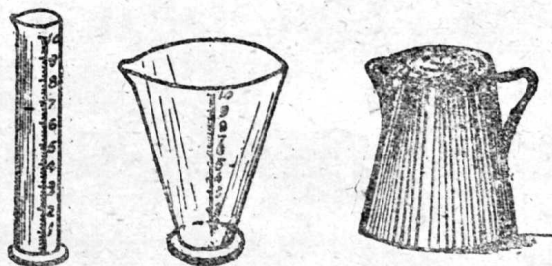


图1 量液体的容器

这里必须知道怎样来看量筒或量杯中的液面高低。在看液面的时候，眼睛应该和液面相平。在量筒里的液面边缘是略向上升的，故刻度的读数应以凹形的底部液面为标准。图2所示即为正确的液面读法。

4) 重量单位——测量物质重量的单位各国也有不同。为了统一起见，科学家也制订了一个国际通用的标准单位，就是把温度在摄氏4度时1公升的纯水（没有杂质）的重量作为一单位，称为1千克，工程上称1公斤，用“kg”为符号。

千分之一公斤的重量称1克或1公分（这是重量单位的公分），用“g”为符号。因1公升的水即为1000立方公分（1000c.c.），所以每一立方公分（1c.c.）的水重1克。它们的关系为：

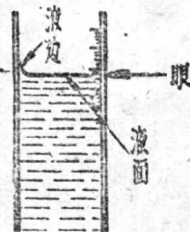


图2

正确的液面读法

1 千克 (公斤 kg) = 1000 克 (公分 g)。

为了测量更重的物质，取公斤的一千倍为单位，称为公吨，故得：

1 公吨 = 1000 公斤。

我国除了用上面所说的重量单位外，也用市斤、市两为重量单位。市斤和市两的关系是：

1 斤 (市斤) = 16 两 (市两)。

因为这种 16 两制计算麻烦，所以现在另订 10 两制 (1 市斤 = 10 市两) 来代替，正逐渐推行中。

市斤和公斤的关系是：

1 市斤 = $\frac{1}{2}$ 公斤；

1 公斤 = 2 市斤。

在英美制中的重量单位是磅，用“lb”或用“#”为符号，例如 5 磅写成“5lb”或“5#”。比磅更大的单位，也有吨，一英吨为 2240 磅，一美吨为 2000 磅。比磅小的单位是两 (英两)，16 两为一磅。其关系是：

1 英吨 = 2240 磅；

1 美吨 = 2000 磅；

1 磅 = 16 两。

磅与市斤及公斤的关系是：

1 磅 = 0.9072 市斤；

1 市斤 = 1.1023 磅；

1 磅 = 0.4536 公斤；

1 公斤 = 2.2046 磅。

5) 时间单位——测量时间的单位是小时，一小时为一昼夜的 $\frac{1}{24}$ ，故每日就是 24 小时。比小时再小的单位是分与秒。其关系是：

1 日 = 24 小时；

1 小时 = 60 分；

1 分 = 60 秒。

3. 质量、密度和比重

比较物质多少时，通常是用物体的重量来比较的。但这种比较，实

实际上是够精确的。因为同一个物体，在不同地方可以秤得不同的重量。不过这个差别并不显著，故平常就忽略不计了（其重量有差别的原因，在下节中再作说明）。因此，物理学上说明物质的多少时是用“质量”这个名称。

所谓质量，是指物体所含物质的多少，它有一定的数值，不随地位而变。质量的单位与重量单位相同，也是用的公斤或克。不过讲的时候，指明一克重量或一克质量来加以区别。

在比较不同物体的重量时得知，体积相同的不同物质是有不同重量的。例如同样大小的活塞，钢铁的要比铝的重得多。就是同一种物质，在相同的体积时，也可以有不同的质量。像一盒棉花，装得松一些或装得结实些，后者的质量就要大得多。

从上面的说明得知，等体积的物质，其质量的所以有不同，是由于其组织的疏密程度不同而形成。在物体里物质密集的程度，可以用单位体积所具的质量来表示，称为密度。例如一块长8公分，宽3公分，高1公分的钢铁，质量是187.2克，那么这块钢铁的体积是 $8 \times 3 \times 1 = 24$ 立方公分。所以其密度就等于 $\frac{187.2}{24} = 7.8$ 克/立方公分，或写成7.8 g/cm^3 。从这个例子中可以知道，密度的单位是每立方公分克，或简写成克/公分³ (g/cm^3)。求密度的方法也可用公式表示如下：

设 V 代表物体的体积， M 代表物体的质量， d 代表该物质的密度，则

$$d = \frac{M}{V}, \quad \text{即} \quad \text{密度} = \frac{\text{总质量}}{\text{总体积}}。$$

例如：软木一块重36克，其尺寸为30公分 \times 10公分 \times 0.5公分（长 \times 宽 \times 高），求软木的密度。

今知软木重36克，故 $M = 36$ 克；

软木的体积是 $30 \times 10 \times 0.5 = 150$ 公分³，即 $V = 150$ 公分³；

故软木的密度 d 为：

$$d = \frac{36}{150} = 0.24 \text{克/公分}^3。$$

为了说明不同物质之间的质量比较，我们以水为标准，将不同物质的密度都去与水相比，求得它们比水所重的倍数。这样就能很清楚的比较出各物质所含质量的多少了。但是在不同温度时的水，也有不同的密度，故所选用的水是在摄氏4度时的纯水（那时水的密度最大）。例如摄氏4度的纯水1立方公分重1克，1立方公分的铸铁重7.8克，故铸铁比水重 $\frac{7.8}{1} = 7.8$ 倍。同样，1立方公分软木重0.24克，则软木比水重 $\frac{0.24}{1} = 0.24$ 倍。

将各物质的质量和同体积摄氏4度时水的质量相比，称为比重。故比重的关系为：

$$\text{物质的比重} = \frac{\text{物质的密度}}{\text{摄氏4度时水的密度}}。$$

因为比重是一个倍数关系，所以是没有单位的。但是，由于一立方公分摄氏4度的水，恰好重1克，故密度与比重的数值就完全相等，这就可以把物质的密度直接作为比重用。各种不同的物质具有不同的比重，表1是各种常用物质的比重，或密度的数值。

常用物质的比重

表 1

金	19.3	锡	7.3	水(4°C)	1.00
水银	13.6	铋	7.1	冰	0.9
铅	11.3	铝	2.65	硫酸	1.8
银	10.5	玻璃	2.4~4.5	海水	1.02
铜	8.9	石	2.5~3	煤油	0.8
黄铜	8.5	硬木	0.7~1.1	酒精(乙醇)	0.78
钢	7.8	普通木	0.4~0.8	汽油	0.75
铸铁	7.8	软木	0.24~0.25	空气	约 0.00129

由于比重的值与密度的值相同，而密度是单位体积的物质的质量或重量。所以只要我们知道该物质的比重或密度的任一种，再乘以它的总体积，就可以得知其全重量，不必再用秤来秤了。这一点在日用中是非常有用的，因为有许多物体，像一座桥，一株房子，是无法秤的，可是

它们的体积是能够量出来的，只要从表里查出材料的比重就能算出它们的重量了。

现在来举二个例子说明其实用上的意义。

例一：要装运2立方公尺的鑄鉄，一輛載重4吨的汽車需运几趟？

解：查表得鑄鉄的比重为7.8，即密度=7.8克/公分³。

因1公尺³=1000,000公分³，

故1公尺³鑄鉄重 $7.8 \times 1000,000 = 7800,000$ 克。

因1公斤=1000克，1吨=1000公斤，

故1公尺³鑄鉄重 $\frac{7800,000}{1000} = 7800$ 公斤，

即1公尺³鑄鉄重 $\frac{7800}{1000} = 7.8$ 吨。

現有2公尺³鑄鉄，共重 2×7.8 吨=15.6吨。

故4吨的汽車需运 $\frac{15.6}{4} = 3.9$ 趟，即4趟运完。

例二：裝車每百公理耗汽油30公升，問每百公理耗油多少公斤？

解：查得汽油的比重为0.75，即每立方公分重0.75克。

1公升=1000立方公分，

故1公升汽油重 $1000 \times 0.75 = 750$ 克，

或 $\frac{750}{1000} = 0.75$ 公斤。

所以30公升汽油重 $30 \times 0.75 = 22.5$ 公斤。

即該車每百公理耗油22.5公斤。

4. 重量和重力

“重量”这个名称，大家都很熟悉的，是講一件物体有多少重的意思。可是物体的“重量”是从那里来的呢？只有了解了重量的来历，才能真正领会它的意义。

把一顆石子放在手里，感到石子有重量。如果把手脫开，石子却不是停在空中，而是落到地上去了。大家都知道，如果没有东西支持的